VERGLEICHENDE UNTERSUCHUNGEN DER SAMENFLÜSSIGKEIT DES MENSCHEN UND DER WICHTIGSTEN HAUSSÄUGETIERE

Dieter Lindner

1967

AUS DEM INSTITUT FÜR GERICHTLICHE MEDIZIN UND
VERSICHERUNGSMEDIZIN DER UNIVERSITÄT MÜNCHEN
Direktor: Professor Dr. W. LAVES

VERGLEICHENDE UNTERSUCHUNGEN DER SAMENFLÜSSIGKEIT DES MENSCHEN UND DER WICHTIGSTEN HAUSSÄUGETIERE

Inaugural-Dissertation
zur Erlangung der Doktorwürde in der gesamten Medizin
verfaßt und
einer Hohen Medizinischen Fakultät
der Ludwig-Maximilians-Universität zu München

vorgelegt von

Dieter Lindner

aus Weiden i. d. Opf.

München 1967

Dissertations-Druckerei Charlotte Schön, München 23, Belgradstr. 11, Tel. 361402

Gedruckt mit Genehmigung der Medizinischen Fakultät
der Universität München

Berichterstatter:	Professor Dr. W. SPANN
Mitberichterstatter:	Professor Dr. W. LAVES
Dekan:	Professor Dr. M. KIESE

Tag der mündlichen Prüfung: 10. 1. 1967

UNIVERSITEITSBIBLIOTHEEK - LEIDEN -

INHALT

		Seite
A.	Einleitung: Die forensische Bedeutung der Spermabestimmung	5
B.	Ein Vergleich der Spermien und des Gesamtejakulats zwischen Mensch und den wichtigsten Haussäugetieren	5
	I. Die Spermatozoen	5
	1. Die Konstanz der Spermienform bei den einzelnen Lebewesen	5
	2. Möglichkeiten mikroskopischer Darstellung von Spermatozoen	6
	3. Kurze Beschreibung des Aufbaus eines Spermiums	7
	4. Vergleichende Morphologie eines menschlichen Spermiums und eines Haussäugetierspermiums (allgemein)	9
	5. Spezielle Beschreibung der Spermien der wichtigsten Haussäugetiere	13
	a. Spermium des Bullen,	14
	b. Spermium des Hengstes,	16
	c. Spermium des Widders,	18
	d. Spermium des Ziegenbocks,	19
	e. Spermium des Ebers,	21
	f. Spermium des Hundes.	22
	6. Beschreibung einzelner charakteristischer Spermieneigenschaften	23
	a. Bewegungsgeschwindigkeit,	23
	b. Lebensdauer	25
	7. Das mikroskopische Gesamtbild der lebenden Spermien	26
	II. Das Gesamtejakulat	28
	1. Vergleichende Betrachtung des Ejakulats von Mensch und Haussäugern hinsichtlich der Beschaffenheit	28
	a. Die grobsinnlich wahrnehmbaren Eigenschaften	28
	b. Menge und Dichte	30
	c. Chemische und physiologische Beschaffenheit	31
	d. Zusammensetzung des Ejakulats aus Sekreten der verschiedenen Geschlechtsdrüsen (Tabelle)	34
	2. Tabellarische Zusammenstellung der gefundenen Werte	36

C. Zusammenfassung 41

D. Literatur 43

EINLETTUNG

Aus dem Bestreben nach Aufklärung von Sexualverbrechen bzw. nach einem Ausschluß derartiger Straftaten ergibt sich auf dem Gebiet der forensischen Medizin mitunter die Notwendigkeit, aus einem vorliegenden Spermabild eine möglichst sichere Aussage abzuleiten, ob es sich um menschliches oder tierisches Sperma handelt, und gegebenenfalls auch festzustellen, von welcher Tierart der untersuchte Samen stammt. Da heute bei tierzüchterischen Maßnahmen tierisches Sperma in weitem Umfang zur Anwendung kommt und somit eine Beschmutzung damit leichter möglich ist, die unter Umständen zu schwerwiegenden Verwechslungen führen kann, soll in dieser Arbeit das Sperma der wichtigsten Haussäugetiere, also des Bullen, des Hengstes, der kleinen Wiederkäuer Widder und Ziegenbock, des Ebers und des Hundes dem des Menschen vergleichend gegenübergestellt werden. Dabei wird einmal das Gesamtejakulat, vor allen Dingen aber das einzelne Spermium in seiner morphologischen Erscheinung und seinen Lebensäußerungen betrachtet werden und eventuell ermittelt werden, ob so die notwendige Unterscheidung möglich ist.

I. DIE SPERMATOZOEN

1. Die Konstanz der Spermienform

Die Spermien der Wirbeltiere sind Gebilde von so bezeichnender, mitunter bizarrer Gestalt, daß man nach ihrem Aussehen die Tierart bestimmen kann (BARGMANN (1)). Gestalt und Ausmaße der Spermien eines Tieres gehören mit zu den Arteigenschaften und sind vermutlich erblich festgelegt. In Beidem ergeben sich unter den einzelnen Rassen, ja auch unter den Einzeltieren in gewissen Grenzen Abweichungen und Schwankungen, so daß die Maße für die Tierarten oft nur als Durchschnittswerte angegeben werden können. Nach BRETSCHNEIDER (12) ist nur auf statistischem Wege eine mittlere Normalform erfaßbar. BRETSCHNEIDER (17), WITTE (72) und LÜTKEHOLZ (41) fanden beim Bullen die Maße der Spermien zwar individuell verschieden, jedoch für die Spermien eines jeden Tieres sehr konstant. Beim Einzeltier ist also die Schwankungsbreite der Werte sehr gering. Die erblich festgelegte Spermienform ist bei manchen Tierarten so charakteristisch, daß bereits eine verhältnismäßig geringe mikroskopische Vergrößerung die Artdiagnose möglich macht; man findet als Perforatorien ausgebildete Sonderbildungen des apikalen Kopfteils, die z. B. dolchartig (Frosch), hakenförmig (Maus, Salamander), oder bohrerförmig (Knoblauchkröte) sein können (STARCK (63)). Weder beim Menschen, noch

bei den hier untersuchten Haussäugetieren sind derartig augenfällige Charakteristika hinsichtlich der Spermienform vorhanden; es ist deshalb meist eine sorgfältige mikroskopische Untersuchung zur Artdiagnose nötig.

Zwischen der Körpergröße und der Spermiengröße eines Tieres besteht vermutlich keine bestimmte Abhängigkeit. Das mag folgender Vergleich deutlich machen (nach KVASNICKIJ):

	Kopflänge	Kopfbreite	Kopfdicke	Gesamtlänge
Hengstspermium	6,9 µ	3,8 µ	1,5 µ	57 µ
Kaninchenspermium	7,7 µ	4,7 µ	1,2 µ	55 µ

Ähnliches findet man bei den Volumina der Spermien, sie verhalten sich keineswegs der Körpergröße des Tieres proportional:

Hengstspermium	Volumen 51 bis 60 μ^3	im Durchschnitt
Eberspermium	Volumen 91 bis 100 μ^3	im Durchschnitt.

2. Möglichkeiten mikroskopischer Darstellung von Spermatozoen

Die Spermien stellen die kleinsten Zellen des Organismus dar. Deshalb ist ihre genaue mikroskopische Untersuchung nur mit einem guten Mikroskop möglich, welches Vergrößerungen von 600 bis 1200-fach mit starken Trockensystemen oder Ölimmersion erlaubt und am besten auch Einrichtung zur Dunkelfeldbetrachtung besitzt.

Ausschlaggebend für gute Bilder ist die Herstellung von Ausstrichen, die jedoch sehr dünn sein müssen (GÖTZE (24)).

Die Betrachtung der Ausstriche geschieht

a) ohne Färbung.
Man untersucht ohne besondere chemische Manipulation das Nativpräparat oder man bringt das Dunkelfeld- oder Phasenkontrastverfahren zur Anwendung.

b) nach Färbung.
Die Färbung hat einmal den Sinn, die Spermien besser sichtbar zu machen, zum anderen lassen sich dadurch die einzelnen Teile einer Samenzelle besser differenzieren. Man bedient sich verschiedener Färbeverfahren: Eosin-Färbung, Tusche-Färbung, Wright-Färbung, Methylen-, Toluidin-, oder Opalblau-Färbung, Jod-Färbung, Giemsa-Färbung (Azur-Eosin), Hämalaun-Eosin-Färbung.

Es gibt noch eine ganze Reihe von weiteren Färbemethoden. Wegen Einzelheiten (Zusammensetzungen der Färbelösungen, Bild der gefärbten Präparate) sei auf BORELLI, DOEPFMER und HEINKE (10) und BONADONNA (8) verwiesen.

Um die Ultrastrukturen der Samenzellen sichtbar zu machen, bedient man sich heute des Elektronenmikroskops (Einzelheiten siehe Spezialliteratur). Bei diesem Verfahren erweist sich jedoch die Präparation des Samens als außerordentlich schwierig, denn es besteht die Gefahr, daß Artefakte als natürliche Zustandsformen beschrieben und auf diese Weise unrichtige Angaben gemacht werden.

Zur Auszählung der Spermien bedient man sich der gleichen Zählkammern, wie sie für Blutkörperchenzählungen benutzt werden. Das Sperma muß zu diesem Zweck verdünnt werden.

3. Der Aufbau eines Spermiums

Der Aufbau eines Spermiums ist in der mikroskopisch-anatomischen, embryologischen und andrologischen Literatur eingehend beschrieben worden (Lichtmikroskopische Untersuchungen durch CLARA (19), RETZIUS (50), BARGMANN (1); elektronenmikroskopische Untersuchungen durch BAYLE und BESSIS (3), BRETSCHNEIDER (12-17), CHALLICE (18), JOEL (33), LANDES und KAPPESSER (40), PORTER und BLUM (47), RANDALL und FRIEDLAENDER (48), REED und REED (49), SCHULTZ-LARSEN und HAMMER und CARLSEN (61), SANDERS (51), SCHNALL (59), HERRNLEBEN (31) und KESSLER (35)). Auf diesem Gebiete sind die Forschungen noch sehr im Fluß.

Wenn auch die äußere Form der Spermienköpfe der Haussäugetiere etwas anders ist als beim Menschen, so dürfte doch der feine Bau etwa der selbe sein (GÖTZE (24)). In ähnlicher Weise äußern TONUTTI, WELLER, SCHUCHARDT und HEINKE (66), "daß auch der Bau des menschlichen Spermiums im Prinzip mit dem der Säugetierspermien übereinstimmt". Es soll zur Festlegung der Terminologie, die in den einzelnen Werken oft recht verschieden gehandhabt wird, der vergleichenden Betrachtung eine kurze Beschreibung des Spermienaufbaus vorausgehen.

Ein reifes Spermium (= Samenfaden, Spermatozoon) besteht aus Kopf, Mittelstück und Schwanz.

Der Kopf enthält fast ausschließlich Kernmasse der ehemaligen Keimzelle. Besonders bei elektronenmikroskopischer Betrachtung fällt auf, daß Chromatinsubstanz vorwiegend in der Kopfbasis sitzt (positive Feulgen-Reaktion). Daher

erscheint die Basis auch im ungefärbten Präparat meist dunkler. Das Plasma ist nur noch als sehr feiner Überzug vorhanden; die Plasmahülle. Ihre Dicke beträgt beim Ziegenbockspermium 100 mμ. In ihr läßt sich färberisch ein Fibrillennetz darstellen, an dessen Schnittpunkten die Mikrosomen nachweisbar sind. Ebenfalls plasmatischen Ursprungs ist die den distalen Teil (distal = schwanzwärts in Übereinstimmung mit der einschlägigen Literatur) des Kopfes umgebende Becherhülse, die nach vorn im sogenannten Randstreifen endet, während sie sich nach distal auf den Hals des Spermiums fortsetzt. In vielen Fällen läßt sich eine Kopfkappe (Galea capitis) nachweisen, die sich vom apikalen Teil des Kopfes bis zum sogenannten Äquator in der Gegend des Randstreifens erstreckt. Sie ist beim Bullenspermium 250-370 mμ dick (BRETSCHNEIDER (14)). Apikal erscheint sie etwas verstärkt und nicht fest dem Kopf aufzusitzen. Distal wird sie durch zwei dunkle Linien begrenzt. Diese offensichtliche Verdopplung kann einerseits verursacht werden durch eine verschiedene Ausdehnung der Galea an der Vorder- und Hinterseite, andererseits aber auch dadurch, daß bei der Vorbereitung zur mikroskopischen Untersuchung die Kappe auf der Vorderseite infolge Abflachung des Kopfes nach apikal gezogen wird (HERRNLEBEN (31)). Nach Anwendung von Farbstoffen löst sie sich leicht auf. Manche Autoren beschreiben distal vom Äquator eine hellere "subäquatoriale Zone" (BRETSCHNEIDER (14)). Manchmal finden sich eine oder mehrere Vakuolen im vorderen Kopfteil, die jedoch von BRETSCHNEIDER (14) für Artefakte gehalten werden.

Das Mittelstück wird allgemein unterteilt in Hals und Verbindungsstück.

Der Hals ist ein ganz kurzer Abschnitt. Er besteht aus der Kopfscheibe, die dem Kopf unmittelbar fest anliegt, und der homogenen Massa intermedia. Der Hals ist wie ein Gelenk beweglich (CLARA (19)). Nach SCHULTZ-LARSEN (61) und BLOM und BIRCH-ANDERSEN (7) gibt es weder beim Bullen- noch beim Menschenspermium einen eigentlich abgesetzten Hals. STIEVE (64): Ein Hals ist am ungefärbten Samenfaden nicht zu erkennen.

Das zylindrische Verbindungsstück wird vorn durch die sogenannte Querscheibe und distal vom sogenannten Schlußring begrenzt. Der Schlußring überragt in seinem Durchmesser geringfügig das übrige Verbindungsstück. Dessen Achse wird durch einen aus Fibrillen aufgebauten Faden gebildet, der an der Querscheibe beginnt und sich in den Schwanz fortsetzt (Achsenfaden). Dieser ist von einer protoplasmatischen Hülle umgeben, um welche sich ein Spiralfaden schlingt, der aus Mitochondrien aufgebaut ist. Die elektronenmikroskopischen Untersuchungen haben ergeben, daß sich der Achsenfaden an der Gelenkscheibe des Kopfes, die etwa der Kopfscheibe entspricht, festheftet, und zwar so, daß die einzelnen Fibrillen in räumlicher Verteilung aus ihr entspringen, um sich gleich darauf zum Achsenfaden zusammenzulegen. Meist zeigen sich die Fibrillen im Hals zu mehreren Säulchen zusammengeklebt. BARGMANN (1) spricht von einem Fibrillen-

system, das aus dem Inneren des Kopfes zum Mittelstück zieht. Weiter ergab das Elektronenmikroskop, daß der im Lichtmikroskop als einziges Band erscheinende Spiralfaden aus 2-3 spiraligen Bändern besteht, die im Linksgewinde in mehreren Windungen nach distal ziehen. Die Anzahl der Windungen ist wohl innerhalb derselben Tierart annähernd konstant (HERRNLEBEN (31)). Nach außen folgt noch eine dünne plasmatische Hülle.

Das Mittelstück hat die Funktion des Motors für die Bewegung des Achsenfadens.

Der Schwanz schließt sich nur sehr undeutlich abgesetzt an das Verbindungsstück an. Er gliedert sich in Haupt- und Endstück. Beide werden in ihrer ganzen Länge vom Achsenfaden durchzogen. Im Bereich des Hauptstücks ist dieser von einer plasmatischen Hülle überzogen, während er im Endstück dieser Hülle entbehrt und daher nackt zutage tritt (Endspieß). Die Gestalt des Schwanzes ist konisch, er läuft meist in einer sehr feinen Spitze aus. Das Elektronenmikroskop zeigt, daß im Bereich des Hauptstücks der Achsenfaden von einer im Sinne eines Linksgewindes laufenden spiraligen Hülle umgeben ist. Sie endet am Übergang ins Endstück. Dieses hat nach elektronenmikroskopischen Untersuchungen ebenfalls noch eine sehr dünne, strukturlose Plasmahülle.

Der Achsenfaden besteht nach HERRNLEBEN (31) aus 9 einzelnen Fibrillen (Subfibrillen). BRETSCHNEIDER (13) spricht ebenfalls von 9 Subfibrillen, KESSLER (35) dagegen von 11. Durch die Präparation für die elektronenmikroskopische Untersuchung bricht der feine protoplasmatische Saum des Endstücks oft ab und setzt so die Fibrillen frei (BRETSCHNEIDER und V. ITERSON (16)).

Der Schwanz treibt durch schlängelndes Hin- und Herschlagen den Samenfaden vorwärts und steuert ihn entsprechend. Bei besonders lebhafter Bewegung wird der Kopf zugleich mit der Vorwärtsbewegung um seine Längsachse gedreht. Normale Spermien befinden sich in einer dauernden Rotation und drehen sich zu 80% nach rechts (HEINKE und DOEPFFMER (10)).

4. Vergleichende Morphologie eines menschlichen Spermiums und eines Haussäugetierspermiums

LAGERLÖF (38) schreibt 1934 in seinen Untersuchungen über die Morphologie des Bullenspermas, das Bullenspermium weiche vom morphologischen Gesichtspunkt im Wesentlichen nicht vom Spermium des Mannes und der höheren Säugetiere ab. In der Tat sind sich die Samenfäden des Mannes und der in dieser Arbeit beschriebenen Haussäugetiere gestaltlich in einem sehr hohen Grade ähnlich. Doch während sich die Entscheidung, von welchem Haussäugetier ein Spermium stammt, in der Regel nur unter äußersten Schwierigkeiten tref-

fen läßt, finden sich zwischen dem menschlichen Spermium und denen der genannten Tiere eine Reihe von einigermaßen sicheren, wenn auch nicht sehr augenfälligen Unterschieden, die eine Aufklärung der Herkunft des Spermas möglich machen. Es ist jedoch dazu eine ausreichende mikroskopische Auflösung nötig. So soll zuerst ein menschliches Spermium allgemein einem der untereinander sehr ähnlichen Haussäugetierspermien gegenübergestellt werden; und dieser Vergleich ist ja auch für die forensische Spermadiagnose der entscheidende.

STARCK (63) weist darauf hin, daß der Bau des menschlichen Spermiums in einigen Punkten von dem der meisten Wirbeltierspermien abweicht, und er spricht dabei besonders von der geringen Größe des menschlichen Samenfadens. Die Gesamtlänge des Spermatozoons gibt jedoch keinen bedeutenden Hinweis: sie beträgt beim Menschen 55-64 µ, während die Werte bei den beschriebenen Tieren zwischen 57,4 und 77,6 µ liegen. Die Durchschnittswerte bei den menschlichen Spermien liegen also nicht außerhalb der Streubreite der Maße bei den Haussäugerspermien. Der menschliche Samenfaden zeichnet sich jedoch durch seinen kleinen Kopf und seinen verhältnismäßig dünnen Schwanz aus. Während bei ihm der Kopf in seiner Flächenansicht eine Länge von 3-5 µ und eine Breite von 2,5-3,5 µ besitzt, betragen die Maße bei den genannten Tierarten fast das Doppelte, nämlich 6-10 µ für die Länge und 3,3-5,25 µ für die Breite.

Abb. 1. Spermien vom Menschen.
Vergr. 1:1250, Ölimmersion; Stiassny-Färbung

Neben dieser einigermaßen auffallenden Größenverschiedenheit ist die Unterschiedlichkeit der Kopfform der Spermien zu beachten. Die Kopfform erscheint bei den genannten Säugetierspermien bei Betrachtung der flachen Seite löffel- oder spatenartig (GÖTZE (24)), manchmal mehr keulenförmig (DERIVAUX (20)), seltener mehr zur Ellipsenform oder zum Oval neigend. EIBL (22) spricht von einer Apfelkernform. Dabei bildet die Wölbung am abgerundeten Pol das freie Ende. Die Spitze ist zu einem kleinen Teil abgeschnitten. Sie bildet die Basis. Der Vorderrand ist stark abgeflacht und zeigt eine breite Konvexität. Die breiteste Stelle des Kopfes befindet sich zumeist im vordersten Drittel, seltener mehr in der Mitte. Das Kopfscheibchen ist an seinem distalen Ende gerade oder etwas schräg abgeschnitten (Kopfbasis), häufig zeigt sich hier eine flaschenbodenartige (HERRNLEBEN (31)) Konkavität. In dieser "Bucht" der Kopfbasis befindet sich die Ansatzstelle des Mittelstücks.

Der menschliche Spermienkopf sieht von der Fläche mehr kegelförmig aus, er ist nach apikal stumpf zugespitzt (GÖTZE (24)). Oft hat er etwa die Form eines Hühnereies (STIEVE (64)). Er besitzt in diesem Fall seine breiteste Stelle im distalen Drittel. Sehr häufig befindet sich jedoch die größte Breite in der Mitte, so daß das Spermium von der Fläche als ellipsenförmiges bzw. ovales Gebilde imponiert und so der tierischen Spermienflächenansicht ziemlich nahe kommt. Der menschliche Spermienkopf erscheint an seinem distalen Ende nicht so deutlich abgeschnitten, er zeigt hier zumeist die normale Abrundung der Ellipse, seltener scheint er an seiner Basis trichterförmig in den Hals überzugehen.

Sehr wichtig für die Unterscheidung ist auch die Betrachtung des Kopfes von der Kante. Aus dieser Sicht zeigt das menschliche Spermium eine deutliche Birnenform. Halsnah ist der Kopf 3,3 µ dick, während er sich etwa in der Mitte stark verjüngt und in der Nähe des apikalen Endes noch 1,8 µ Dicke mißt (BRAUS - ELZE (11); BARGMANN (1)). TONUTTI, WELLER, SCHUCHARDT und HEINKE (66) nennen andere Maße: distale Dicke 1-1,5 µ, apikale Dicke von Bruchteilen eines µ.

Betrachtet man dagegen den Kopf der Haussäugerspermien von der Kante, so findet man hier die Form eines flachen bikonvexen Stäbchens (HERRNLEBEN (31), BRETSCHNEIDER (16), GÖTZE (24)). Birnenform kann in einigen Fällen angedeutet sein, doch höchstens in ganz flacher Ausprägung. Die Dickenangabe von 0,5-1 µ (GÖTZE (24); KVASNICKIJ (37) dagegen: bis 1,5 µ) läßt zusammen mit den Kopfmaßen der Flächenansicht eine Verschiedenheit der Spermienköpfe deutlich vor Augen treten.
RETZIUS (50) von den Huftierspermien: "Der Kopf ist stark abgeplattet, scheibenförmig, und gleicht von der Seite einer stabförmigen Bildung."
Man sieht unter dem Mikroskop, daß sich die Stäbchenform oft als gestreckt, mitunter aber auch als S-förmig geschwungen erweist.

Eine Kopfkappe (Galea capitis), wie sie oben beschrieben wurde, oder gar ein Perforatorium ist ist beim menschlichen Samenfaden nach STIEVE (64) und STARCK (63) nicht vorhanden. Bei den genannten Haussäugetieren hingegen wird eine färberisch nachweisbare Galea beschrieben BRETSCHNEIDER (13, 14, 15), STIEVE (64), HERRNLEBEN (31)). In jüngsten elektronenmikroskopischen Untersuchungen hat LANDES (39) auch beim Spermium des Menschen eine Kopfkappe als sicher bestehend nachgewiesen. Sie gebe dem Spermienkopf seine charakteristische Form und umschließe die vorderen 2/3 des Kerns. Zwischen ihr und dem Kern befinde sich ein flüssigkeitsgefüllter Hohlraum. Nach STÖHR, v. MOELLENDORFF und GOERTTLER (65) besteht sie aus einer Außen- und einer Innenmembran, die am hinteren Ende der Kappe ineinander übergehen.

Durch eine Spezialfärbung nach KARRAS (34) läßt sich die Galea bei menschlichen Spermien und denen der genannten Tiere deutlich sichtbar machen. Es handelt sich bei diesem Verfahren um eine Kopffärbung mit Metachromgelb und anschließende Gegenfärbung mit Viktoriablau. Die Kopfkappe erscheint dann deutlich blau. Mit den gewöhnlichen Färbeverfahren läßt sich die Kopfkappe beim Menschenspermium nicht darstellen (BORELLI, DOEPFMER und HEINKE (10)).

STIEVE (64) beschreibt eine Vakuole, die sich im Kopf des menschlichen Samenfadens zuweilen befindet, die kreisrunde Form besitzt, nur in der Flächenansicht zu beobachten ist und meist im apikalen Kopfteil etwas zur Seite verschoben sitzt (Durchmesser 1-1,5 µ). HEINKE und DOEPFMER (10): "Im vorderen Drittel liegt ein vakuolenartiges Gebilde." Seine diagnostische Bedeutung ist jedoch wohl sehr gering; denn wenngleich BRETSCHNEIDER (14) das Vorhandensein einer Vakuole im Kopf des Bullenspermiums verneint - analog wird man Gleiches für die sehr ähnlichen Spermien der übrigen Haussäugetiere annehmen dürfen - so beschreibt er doch Vakuolen, die eventuell durch Autolyse der toten Spermatozoen im ejakulierten Samen, oder die als Kunstprodukte durch die vorbereitende Behandlung für die mikroskopische Untersuchung entstanden sind.

Die Maße des Halses, der beim menschlichen Samenfaden eine Länge von 0,5-1 µ und eine Dicke von 1 µ aufweist (BARGMANN (1)), weichen kaum von denen der untersuchten Tierarten ab. Ebenso wenig lassen sich Unterschiede in der Struktur feststellen.

Das 1 µ dicke Verbindungsstück des menschlichen Spermiums ist mit seiner Länge von 5-8 µ (VASTERLING (69)) - BORELLI, DOEPFMER und HEINKE (10) maßen eine Länge des Mittelstücks von 3,6 µ - wesentlich kürzer als das annähernd gleich dicke Verbindungsstück der Haussäugetierspermien, das Längen von ca. 10-16 µ aufweist. Zur diagnostischen Auswertung dieses Unter-

scheidungsmerkmals ist eine hohe mikroskopische Auflösung notwendig, da der Übergang vom Verbindungsstück zum Schwanz des Samenfadens bei geringer Vergrößerung nicht sehr deutlich zu sehen ist (STIEVE (64)).

Die Länge des Spermienschwanzes beträgt beim Menschen 46-50 µ. Davon beträgt die Länge des Endstückes 6-10 µ. Der Durchmesser des Schwanzes mißt an der dicksten Stelle, also etwa an der Basis des Hauptstückes, 1 µ. Die Schwanzspitze läuft sehr fein aus und ist nach BARGMANN (1) 140-200 mu dick. Sie besteht aus 9-11 Einzelfibrillen (VASTERLING (69); dagegen BARGMANN (1): 12 Fibrillen). Die entsprechenden Maße bei den Spermienschwänzen der Haussäugetiere sind so ähnlich, daß eine Möglichkeit der diagnostischen Unterscheidung nicht besteht.

Die Maße des menschlichen Spermiums stammen aus der Spermatologie von VASTERLING (69), soweit nicht besondere Angaben gemacht wurden.

Zusammenfassend läßt sich zum morphologischen Vergleich Folgendes sagen:

Bei genügend guter mikroskopischer Auflösung läßt sich bei Spermien eine Entscheidung über menschliche oder tierische Herkunft im allgemeinen wohl treffen. Da jedoch infolge der natürlichen Variationsbreite der Morphe menschliche Samenfäden häufig in Richtung der Gestalt der tierischen und umgekehrt die Spermien der Haussäugetiere oft in Richtung der menschlichen Spermienformen verändert sind, ist es immer notwendig, eine größere Anzahl von Spermien zur Betrachtung heranzuziehen. Häufig findet man erst nach Durchmusterung vieler Spermatozoen ein Exemplar, das die charakteristischen Merkmale aufweist und für die Diagnose richtungweisend ist.

Ein wertvoller Hinweis für die Unterscheidung besteht in der verschiedenen Spermienkopfgröße. Aus diesem Grunde empfiehlt es sich, bei der mikroskopischen Betrachtung der zu diagnostizierenden Ausstrichpräparate ein unter gleichen chemisch-technischen Bedingungen gewonnenes Präparat eines menschlichen Spermas zur Hand zu haben.

5. Spezielle Beschreibung der Spermien der wichtigsten Haussäugetiere

Ist man bei einem vorliegenden Spermabild aus der Spermatozoenmorphe zu der Entscheidung gelangt, daß es sich um ein tierisches Sperma handelt, so interessiert anschließend, auf welches Tier die Spermien schließen lassen. Gerade die Samenfäden der in dieser Arbeit betrachteten Haussäugetiere zeigen jeweils untereinander solche Ähnlichkeit, daß hier eine Artdiagnose eines Spermas nur sehr schwer möglich erscheint. Die elektronenmikroskopische Betrachtung hat in den

letzten Jahren die genaue Vermessung der einzelnen Spermienarten ermöglicht und auch verschiedene unterscheidende Merkmale herausgestellt. So sollen hier jeweils nacheinander die Spermienformen beschrieben werden.

a. Das Spermium des Bullen

Das Spermium des Bullen besitzt eine Gesamtlänge von 65-70 µ (GÖTZE (25)). Auffällig an seiner Gestalt ist der große Kopf. RETZIUS (50) schreibt, der Kopf des Bullenspermiums sei größer und der Schwanz länger als bei den übrigen Ungulatspermien. KVASNICKIJ (37) hat ein Gesamtvolumen des Bullenspermiums von 91-100 μ^3 berechnet.

Der Kopf bietet von der Fläche gesehen deutliche Spatenform. Meist sieht er aus wie das abgeschnittene Vorderende einer Keule. Der apikale Rand ist breit und asymmetrisch gerundet. Die Apex ist also nach einer Seite hin gewendet (BRETSCHNEIDER (14)). Die breiteste Stelle findet sich fast bei jedem Spermienkopf im ersten Drittel. Eine kräftige Kopfkappe (Maße s. w. o.) erstreckt sich bis zum Äquator, wo ein doppeltes Schattenband sichtbar wird. An die distale Seite des Äquators schließt sich eine hellere subäquatoriale Zone an. Das vorwiegend im distalen Anteil befindliche Karyoplasma läßt die basalen Kopfteile dunkler erscheinen.

Von der Kante betrachtet gleicht der Spermienkopf einer stabförmigen, vorn sehr spitz zulaufenden Bildung (GÖTZE (25)). RETZIUS (50) bezeichnet den Kopf abgeplattet und scheibenförmig.

Als Maße ermittelte BONADONNA (9):

Kopflänge	9,15 µ (8,85-9,46 µ)
Kopfbreite	4,25 µ (3,56-4,41 µ)
Kopfbasisbreite	1,70 µ (1,51-1,77 µ).

KVASNICKIJ (37) gibt als Maß für die Dicke des Kopfes bei Kantenansicht 1,4 µ an.

Vakuolen im Kopf sind nach BRETSCHNEIDER (14) in jedem Falle Kunstprodukte oder nach dem Zelltod erfolgte Veränderungen.

Der Hals ist mit der flachen oder flaschenbodenförmigen (HERRNLEBEN (31)) Kopfbasis (Gelenkscheibe) durch zwei Gelenksäulchen (BRETSCHNEIDER (14)) beweglich verbunden. Diese Säulchen sind jedoch nur bei elektronenmikroskopischer Betrachtung und auch dann nur vereinzelt zu sehen. Weder in seiner Form, noch in seinen Ausmaßen weist der Spermienhals des Bullen gegenüber denen der anderen Haussäugetierarten Besonderheiten auf. Als Länge werden 800 mµ, als Breite 1 µ angegeben (SCHAETZ (52)). Diese Maße sollen für unfixierte Spermien

gelten. Am fixierten Spermatozoon fand BRETSCHNEIDER (14;12) 400 bzw. 600 mμ. Allgemein sollte man den Maßangaben für den Spermienhals nur mit großer Skepsis gegenüberstehen, da der sehr dehnbare und flexible Hals fast stets durch die Vorbereitung zur Mikroskopie gewisse Veränderungen erfährt.

Das Verbindungsstück, das bei den Wiederkäuerspermien verhältnismäßig lang ist, hat nach BONADONNA (9) eine Länge von 14,44 μ und ist 0,67 μ dick. Der Spiralfaden, der den Achsenfaden in einer entgegen dem Uhrzeigersinn verlaufenden Tour (BRETSCHNEIDER (12;14;15)) in ca. 8-9 Windungen schräg nach distal umläuft, erscheint unter dem Lichtmikroskop als ein einziges Band, während ihn das Elektronenmikroskop als zwei gleich dicke Spiralen sichtbar macht (BRETSCHNEIDER (15)). Die Neigung der Spiralen soll 15-25 Grad betragen.

Der dünne Schwanz hat nach BRETSCHNEIDER (14) eine Länge von 45 μ. Er unterscheidet sich darin kaum vom Schwanz der anderen Haussäugetierspermien. (a. A. RETZIUS (50) s. o.). Seine Breite beträgt am Anfang (Basis) 800 mμ, am Ende des Hauptstückes 400 mμ (BRETSCHNEIDER (14)). Das Endstück besitzt eine Länge von 3,30 μ (3,28-3,32 μ) BONADONNA (9)) und einen Durchmesser von 0,44 μ (0,32-0,50 μ) (BONADONNA (9)). Unter dem Elektronenmikroskop findet

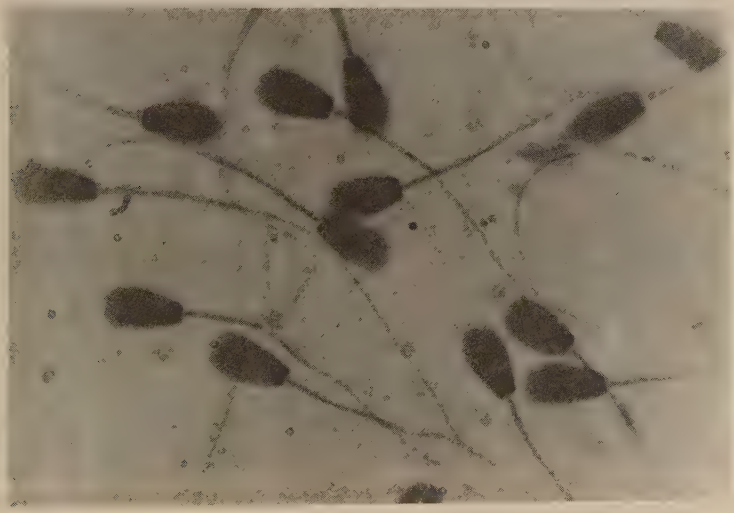

Abb. 2. Spermien des Bullen
Vergr. 1: 1250, Ölimmersion; Stiassny-Färbung

sich beim Bullensperma oft als Kunstprodukt eine Aufsplitterung der einzelnen Subfibrillen im Bereich des Endstückes, so daß ein richtiges Endbäumchen entst Diejenigen Spermien, die diese Erscheinung nicht aufweisen, zeigen gewöhnlic ein leicht gekrümmtes oder scharf gebogenes Schwanzende (BRETSCHNEIDER (1 Die spiralige Hülle im Bereich des Hauptstückes besteht aus drei Fäden, von de nen jeder 30 mμ dick ist (BRETSCHNEIDER (14)).

b. Das Spermium des Hengstes

Das Spermium des Hengstes ist im Ganzen kleiner als das des Bullen. Seine Ge samtlänge beträgt nach NISHIKAWA, WAIDE und UNUMA (44) im Durchschnit 60,55 μ (57,4-63,3 μ). Auch die Maße für das Volumen des Spermiums unter scheiden sich deutlich. Das Hengstspermium hat einen Rauminhalt von durch- schnittlich 51-60 μ^3 (KVASNICKIJ (37)).

Der kleine Kopf ist flach und besitzt einen scharfen Vorderrand. Er weist im Ge gensatz zum Kopf des Bullenspermiums eine ziemlich gleichmäßige elliptische Gestalt auf (SCHAETZ (54)). Dies bedingt eine erhöhte Verwechslungsmöglic

Abb. 3. Spermien des Hengstes
Vergr. 1:1250, Ölimmersion; Stiassny-Färbung.
Es ist die Agglutination der Samenzellen (Aneinanderlagern der Spermienköpfe) die beim Hengst in vielen Fällen physiologisch ist, deutlich sichtbar.

keit mit dem Samenfaden des Menschen. Allerdings ist der Kopf am distalen Ende schräg bis flach abgeschnitten (SCHAETZ (54)), so daß dort die gleichmäßige Ellipsenkonvexität unterbrochen ist. Der größte Kopfdurchmesser befindet sich in der Regel in der Mitte. Das Karyoplasma ist vermutlich gleichmäßig über die Kopffläche verteilt, so daß sich weniger gut als beim Bullenspermium Vorder- und Hinterteil des Kopfes bezüglich der Helligkeit unterscheiden lassen. Eine subäquatoriale Zone ist nicht zu sehen.

Von der Kante betrachtet bietet der Kopf wieder die Gestalt eines bikonvexen Stäbchens.

Die Maße betragen nach NISHIKAWA, WAIDE und UNUMA (44):

Kopflänge	7,0 µ (6,1-8,0 µ)
Kopfbreite	3,91 µ (3,3-4,6 µ)
Kopfbasisbreite	1,83 µ (1,4-2,5 µ)

KVASNICKIJ (37) hat eine Kopfdicke von maximal 1,5 µ ermittelt.

Von einer gewissen diagnostischen Bedeutung ist die Tatsache, daß der Schwanzteil (Mittelstück mit Schwanz) des Spermiums der Kopfbasis zumeist exzentrisch (abaxial) aufsitzt. Dadurch erscheint der Kopf nach links oder rechts verschoben. Diese Verschiebung findet sich nach SCHAETZ (54) bei 77% der Hengstspermien.

Für den Hals des Spermiums konnten keine Maßangaben in der Literatur gefunden werden; vermutlich werden wegen der bei der Beschreibung des Bullenspermiums erwähnten Schwierigkeiten in der Vermessung des Spermienhalses keine Zahlenwerte genannt. Doch dürfte der Hals mit Sicherheit in Gestalt und Ausmaßen keine diagnostisch bedeutsamen Charakteristika aufweisen.

Das Verbindungsstück ist im Vergleich zu dem des Bullenspermiums auffallend kurz: seine Länge beträgt nach NISHIKAWA, WAIDE und UNUMA (44) 9,83 µ (9,2-10,7 µ). ORTAVANT (45) und BONADONNA (9) haben seine Dicke mit 0,50 µ angegeben.

Der Schwanz des Samenfadens zeigt in seiner Länge (41,7-44,2 µ (NISHIKAWA)) keine Besonderheit; aus der Dicke seines Hauptstückes von 0,49 µ SCHAETZ (54)) ergibt sich, daß er eine dünnere Gestalt als der des Bullenspermiums besitzt. Die Länge des Hauptstückes beträgt nach SCHAETZ (54) 30 µ.

Von den Spermatozoen der in dieser Arbeit genannten Haussäugetiere ist wohl das Hengstspermium dem des Menschen am ähnlichsten.

c. Das Spermium des Widders

Die Spermatozoen des Widders sind von allen hier beschriebenen Arten die größten, was die Gesamtlänge betrifft. HERRNLEBEN (31) hat unter dem Elektronenmikroskop eine gesamte Längenausdehnung von 75,70-77,60 µ ermittelt.

Der Kopf, der auch hier ein flaches Scheibchen darstellt und einen scharfen Vorderrand zeigt, weist von der Fläche gesehen wieder eine deutliche Spaten- oder Keulenform auf. Die größte Breite findet sich in der Mitte oder etwas apikal davon. Der Kopf ist distal flach bis konkav abgeschnitten. Es besteht eine schwache Asymmetrie: Der Scheitel des Kopfes ist etwas zur Seite verlagert. Allerdings ist dieses Kennzeichen nur unter dem Elektronenmikroskop festzustellen (HERRNLEBEN (31)). Distal vom Ende der Kopfkappe, also dem Äquator, zeigt sich eine hellere subäquatoriale Zone. Das Elektronenmikroskop läßt noch eine weitere Auffälligkeit erkennen: Der vordere Rand der Becherhülse ist gezahnt und liegt einer wulstartigen Verdickung, dem Kernring, auf.

Von der Kante gesehen finden wir wieder die Gestalt eines leicht bikonvexen Stäbchens.

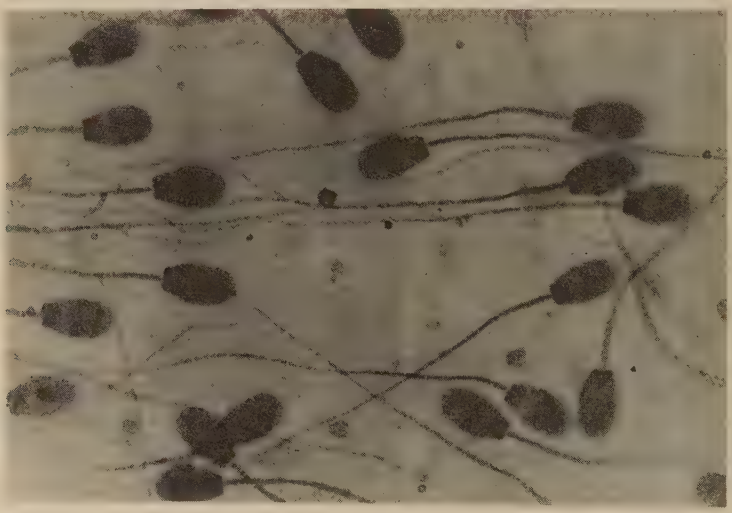

Abb. 4. Spermien des Widders.
Vergr. 1:1250, Ölimmersion; Stiassny-Färbung

Die Maße des Spermienkopfes:

Kopflänge	7,80-8,40 µ
Kopfbreite	4,00-4,70 µ (nach HERRNLEBEN (31)).

Die Länge des Halses wird von HERRNLEBEN als 0,4 µ angenommen. Eine genaue Bestimmung ist wegen der bereits beschriebenen Schwierigkeiten nicht möglich. Die Breite dürfte wohl der des Verbindungsstückes entsprechen. Die von der Kopfbasis ausgehenden Fibrillen sind auch beim Widderspermium zu mehreren Säulchen zusammengeklebt.

In der Länge des Verbindungsstückes, die von HERRNLEBEN zu 16,50-16,60 µ angegeben wird, übertrifft das Widderspermium alle in dieser Arbeit untersuchten Haustierspermien. Seine Breite von 570-680 mµ weicht dagegen kaum von den Maßangaben bei den anderen Tieren ab. Somit zeichnet es sich durch eine lange, schlanke Gestalt aus. Die Spirale, die den Achsenfaden im Linksgewinde umschließt, setzt sich eindeutig aus drei einzelnen Fäden zusammen (HERRNLEBEN (31)). Hier besteht ein Unterschied zum Bullenspermium, bei dem nur zwei Fäden nachweisbar sind.

Der Schwanz des Widderspermiums übertrifft in seiner Länge die Spermienschwänze aller anderen hier untersuchten Samenfäden. Seine Länge beträgt 51,00-52,20 µ (HERRNLEBEN). Proximal besitzt er eine Breite von 440-500 mµ, am distalen Ende des Hauptstückes ist er 220-250 mµ breit. Er endet in einer Spitze.

d. Das Spermium des Ziegenbocks

Das Spermium des Ziegenbocks ähnelt weitgehend dem Bullen- und Widderspermium. Seine Länge beträgt insgesamt 65,70-71,40 µ.

Auch beim Ziegenbockspermium ist der Kopf sehr flach und weist einen scharfen Vorderrand auf. Von der Fläche betrachtet hat er die erwähnte Spaten- oder Keulenform. Seinen größten Querdurchmesser besitzt er im apikalen Drittel. Eine Kopfkappe ist auch hier vorhanden. An seinem distalen Ende erscheint der Kopf flach bis leicht konvex abgeschnitten. Eine schwache Asymmetrie der Kopfform besteht darin, daß der Scheitel etwas zur Seite verlagert ist; diese Unregelmäßigkeit ist zwar etwas stärker ausgeprägt als beim Spermienkopf des Widders, dennoch läßt sie sich nur unter dem Elektronenmikroskop feststellen.

Von der Kante gesehen imponiert das Ziegenbockspermium wie die anderen Haussäugetierspermien als ein leicht bikonvexes Stäbchen.

Die Maße des Spermienkopfes sind:

Länge	8,30-10,0 µ
Breite	4,00-5,20 µ

Somit zeigt sich, daß das Ziegenbockspermium von allen untersuchten Samenfäd den flächenmäßig größten Kopf besitzt. Der Hals des Ziegenbockspermiums weis in seinem Aufbau und auch in seinen Maßen keine Abweichungen von den bisher beschriebenen Halsformen auf. Als Länge kann wieder die Angabe von 0,4 µ gel ten. Die Breite dürfte wohl der des Verbindungsstückes entsprechen.

Auch das Verbindungsstück zeigt mit seiner Länge von 12,00-14,00 µ und seiner Breite von 480-600 mµ keine Besonderheiten, die für die Artdiagnose hinweisgebend wären. Die den Achsenfaden umgebende Spirale des Verbindungsstückes be steht wie beim Spermium des Widders aus drei einzelnen Fäden.

Der Schwanz besitzt eine Länge von 45-47 µ und zeigt keine Auffälligkeit. Sein Form ist wie die der bisher beschriebenen Spermienschwänze konisch; die Schwa breite beträgt am Anfang 400-430 mµ, bis zum Übergang in das Endstück hat si sich auf 200 mµ vermindert. Schließlich endet der Schwanz in einer Spitze.

Die Angaben für das Ziegenbockspermium stammen von HERRNLEBEN (31).

Abb. 5. Spermien des Ziegenbocks.
Vergr. 1:1250, Ölimmersion; Stiassny-Färbung

e. Das Spermium des Ebers

Das Eberspermium ist das kürzeste der Haussäugetierspermien. Sein Kopf ist jedoch etwa von gleicher Größe wie der der anderen Samenfäden, er ist nach SCHAETZ (55) allerdings schmäler. Die Gesamtlänge beträgt 64,7-69,7 µ. KVASNICKIJ (37) hat als Spermienvolumen beim Eber als Durchschnitt 91-100 μ^3 berechnet.

Wieder haben wir einen Spermienkopf vor uns, der ein flaches Scheibchen mit scharfem Vorderrand darstellt. Von der flachen Seite gesehen besitzt er eine ovale, am distalen Ende flach abgeschnittene Form. So entsteht wieder annähernd die beschriebene Spatenform. Seine größte Breite zeigt der Kopf etwa in der Mitte. Elektronenmikroskopisch wird deutlich eine Galea capitis sichtbar. Ferner ist der Unterschied eines helleren vorderen und eines dunkleren hinteren Kopfteiles zu bemerken. Der Scheitel ist nach einer Seite verlagert, so daß beide Kopfhälften nicht spiegelbildlich gleich sind (HERRNLEBEN).

Betrachten wir den Kopf von der Kante, so haben wir wieder ein leicht bikonvexes, fast völlig flaches Stäbchen vor uns.

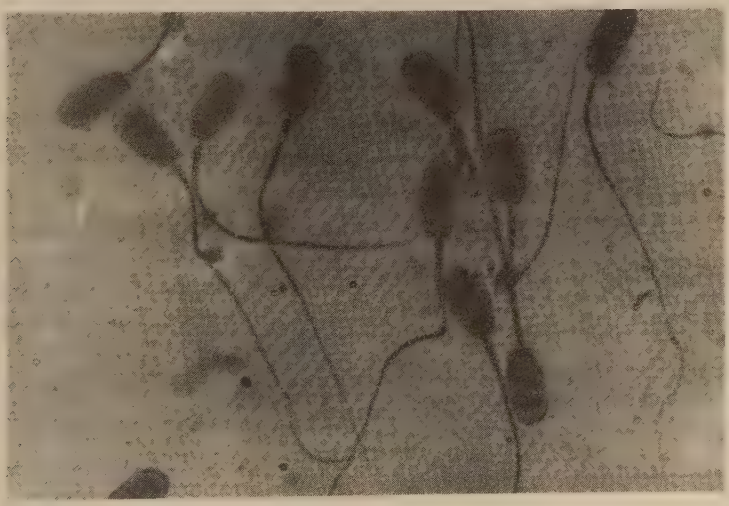

Abb. 6. Spermien des Ebers.
Vergr. 1:1250, Ölimmersion; Stiassny-Färbung.

Die Maße betragen:

Kopflänge	8,1-8,8 µ
Kopfbreite	4,5-4,7 µ

KVASNICKIJ (37) hat eine Kopfdicke von 1,4 µ festgestellt.

Die Behauptung, daß der Spermienkopf des Ebers schmäler sei als der der übrigen Haussäugetiere (s.o. SCHAETZ), wird durch die Maßangaben widerlegt.

Der Spermienschwanz ist 45-47 µ lang; er weist also größenmäßig keine Besonderheit auf. Seine Dicke beträgt am proximalen Ende 450-500 mµ, am Ende des Hauptstückes 230-250 mµ. Oft ist das Endstück in die einzelnen Subfibrillen aufgefasert, was durch die Sprengung der überaus feinen Plasmahülle hervorgerufen ist. Vermutlich handelt es sich dabei um Artefakte durch die chemische Vorbereitung zur (elektronen-)mikroskopischen Untersuchung.

Soweit keine anderen Angaben erfolgten, sind die Maße der Spermienbeschreibung von HERRNLEBEN (31) entnommen.

f. Das Spermium des Hundes

Das Hundespermium besitzt eine große Ähnlichkeit mit dem Spermium des Hengstes (SCHAETZ (55)). Sein Schwanz ist lang und dünn, der Kopf ist im Verhältnis zum Spermienkopf anderer Tiere verhältnismäßig klein (SCHAETZ (55)). So ist auch die Ähnlichkeit mit dem menschlichen Samenfaden größer als bei den Wiederkäuerspermien. Als Gesamtlänge hat BARTLETT (2) 68 µ angegeben.

Die Kopfform ähnelt weitgehend der des Hengstspermatozoons. Doch ist sie vorn etwas mehr abgerundet und breiter. Der größte Querdurchmesser findet sich zumeist im vorderen Drittel.

Der Kopf besitzt eine Länge von 7 µ, seine Breite beträgt 5 µ (BARTLETT (2)).

Vom Hals dürfte das im Vorhergehenden Gesagte gelten.

Das Mittelstück (Verbindungsstück und Hals) ist 11 µ lang (BARTLETT (2)).

Charakteristisch ist der lange und verhältnismäßig dünne Schwanz. Er besitzt eine Länge von 50 µ (BARTLETT (2)).

Abb. 7. Spermien des Hundes.
Vergr. 1:1250, Ölimmersion; Stiassny-Färbung.

6. Die Beschreibung einzelner charakteristischer Spermieneigenschaften

a. Die Bewegungsgeschwindigkeit

Da die Samenfäden nach ihrer Ausstoßung längere Zeit am Leben bleiben, ist für ihre Charakterisierung die Beschreibung ihrer elementarsten sichtbaren Lebensäußerung, der Bewegungsfähigkeit, nach Art und Geschwindigkeit der Bewegung notwendig. Das ausführende Bewegungsorgan ist der Schwanz der Spermien. Man erkennt bei mikroskopischer Betrachtung lebender Spermien ihre schlagenden, etwas steifen, langwellenartigen, rudernden Bewegungen (GÖTZE (24)).

Das Steuerungszentrum für die Motilität findet sich im Verbindungsstück. Der Kopf ist für die Bewegung nicht erforderlich (VASTERLING (69)).

Der eigentliche Motor jedoch befindet sich im Spermienschwanz. Die 9-12 Fibrillen des Achsenfadens sind von einer empfindlichen, kontraktilen Plasmascheide umgeben, deren longitudinale Verkürzung die wellenförmige, peitschenartige

Bewegung des Spermienschwanzes bewirkt (VASTERLING). Gleichzeitig erfolgt eine hin- und herdrehende Bewegung des Gesamtkörpers, die deutlich am Kopf erkennbar ist.

Durch beide Bewegungsarten kommt die geradlinige, progressive Fortbewegung zustande.

Die Art der Fortbewegung ist bei jeder Tierart etwas Charakteristisches und der geübte Beobachter kann aus der Bewegung die Herkunft der Spermien bestimmen (GÖTZE (24)).

Die Geschwindigkeit der Vorwärtsbewegung ist außer von der Tierart noch vom Kräftezustand und der Stoffwechsellage der Zelle, ferner von der Temperatur und der Wasserstoffionenkonzentration der Umgebung abhängig. Deshalb lassen sich keine sehr genauen Angaben über die Geschwindigkeit machen.

Die mittlere Geschwindigkeit beträgt

beim Bullenspermium	6-7 mm pro min nach GÖTZE (24)
	4,02 mm pro min nach MILOWANOW (42)
beim Hengstspermium	4-6 mm pro min nach GÖTZE
	5,22 mm pro min nach YAMANE (74)
beim Widderspermium	5-10 mm pro min nach GÖTZE
	3,0 mm pro min nach MILOWANOW
beim Ziegenbockspermium	vermutlich wie beim Widderspermium 5-10 mm pro min
beim Eberspermium	3,6 mm pro min nach GÖTZE
beim Hundespermium	2,6 mm pro min nach GÖTZE
	2,58 mm pro min nach MILOWANOW.

Für das menschliche Spermatozoon gibt VASTERLING (69) eine Bewegungsgeschwindigkeit von 4 mm pro min an, BARGMANN (1) spricht von 3,5 mm pro min

Die Schnelligkeit der Bewegung nimmt immer mehr ab, je länger sich das Spermium bewegt. Die höchsten Geschwindigkeiten werden in Schwarmbewegungen, wie sie besonders in dichtem Ejakulat vorkommen, erreicht (GÖTZE (24)). Eine Erhöhung der Geschwindigkeit wird auch durch Rheotaxis, d.h. durch Schwimmen gegen einen Flüssigkeitsstrom, erzielt. Natürlich können nur leichte und langsame Strömungen in dieser Weise überwunden werden (GÖTZE (24)).

Es gibt somit eine große Anzahl von Einflüssen, die die Geschwindigkeit verändern können; infolgedessen kann auch der Wert der Bewegungsgeschwindigkeit nicht als Charakteristikum für die Artdiagnose eines unbekannten Spermas herangezogen werden.

b. Die Lebensdauer der Spermien

Ein weiteres Kennzeichen eines Samenfadens ist seine Lebensdauer; sie wird im allgemeinen der mikroskopisch nachweisbaren Bewegungsdauer gleichgesetzt. Bei den forensisch-medizinischen Untersuchungen interessiert vor allem die Lebensdauer der Spermien außerhalb des männlichen bzw. weiblichen Genitale.

Es zeigt sich eine außerordentlich starke Abhängigkeit von äußeren Einflüssen wie Temperatur und Wasserstoffionenkonzentration, ferner von der elektrischen Ladung der Spermatozoen und ihrem Gehalt an Schutzkolloid, weiterhin von Mikroorganismen u. a. (nach GÖTZE (24)). In der Untersuchung der genannten Einflüsse steht die Forschung erst am Anfang.

Von besonderer Bedeutung ist der Einfluß der Temperatur der Umgebung. Die Samenzellen sind außerhalb des Organismus gegen höhere Temperaturen wesentlich empfindlicher als gegen niedrigere. Als Grund dafür wird rascherer Verbrauch der Vorratsstoffe, raschere Zunahme des Keimwachstums und Veränderung der Eiweißkörper genannt. Rasche Abkühlung kann in manchen Fällen zum Kälteschock führen. Dabei sind die kleinen Ejakulate der Wiederkäuer besonders gefährdet (GÖTZE (24)). Wichtig ist auch, daß in Leitungswasser, destilliertem Wasser und anderen nicht isotonischen, d. h. dem zellulären osmotischen Druck angepaßten Verdünnungsflüssigkeiten, die Spermien der Säuger absterben (GÖTZE (24)).

Menschliche Samenzellen haben bei Zimmertemperatur eine Lebensdauer von 40 bis 50 Stunden. (VASTERLING (69)). Erhöhung der Temperatur auf 37 Grad Celsius vermindert die Lebensdauer auf 15 bis 20 Stunden. Damit hat die Bewegungsfähigkeit der menschlichen Samenfäden eine Dauer, wie sie von den Haussäugetierspermien nur von denen der Wiederkäuer erreicht wird.

Lebensdauer der Bullenspermien:

1 1/2 Tage (Durchschnitt) bei Zimmertemperatur
(Werte von 2-5 Tagen)
1-3 Wochen bei kühler Aufbewahrung (GÖTZE (25)).

Lebensdauer der Schaf- und Ziegenbockspermien:

8 Stunden bei Zimmertemperatur (6-12 Std.),
30 Stunden bei Abkühlung (24-48 Std.),
4 Tage bei 4 Grad Celsius (GÖTZE (26)).

Die Lebensdauer der Samenfäden der Gebärmutterbesamer (Hengst, Eber, Hund) ist wesentlich geringer.

Lebensdauer der Hengstspermien:

2-3 Stunden bei Zimmertemperatur,
4-6 Stunden bei tiefer Temperatur (2-8 Grad) (GÖTZE (27)).

Lebensdauer der Eberspermien:

5-7 Stunden bei Zimmertemperatur;
kühlere Aufbewahrung vermindert hier auffälligerweise die Lebensdauer (GÖTZE (28)).

Lebensdauer der Hundespermien:

5-7 Stunden bei Zimmertemperatur;
durch Abkühlung unwesentliche Erhöhung (GÖTZE (29)).

Die ermittelten Werte sind Durchschnittswerte, die häufig über- und unterschritten werden (vgl. VASTERLING (69)).

7. Das mikroskopische Gesamtbild der lebenden Spermatozoen

Bevor das Gesamtejakulat auf seine Beschaffenheit untersucht werden soll, ist wohl eine Betrachtung des mikroskopischen Bildes der noch lebenden Spermien in ihrer Gesamtheit angebracht. Zu diesem Zweck bedient man sich einer schwachen Vergrößerung (etwa 1:50 bis 1:100).

Beim menschlichen Sperma stellt man unter dem Mikroskop eine schwärmende, lebhafte und vor allem geradlinige Progression der Samenfäden fest (TONUTTI, WELLER, SCHUCHARDT und HEINKE (66)).

Beim Samen des Bullen fallen charakteristische fischzugartige Bewegungen der Spermien auf. Die Samenfäden sind außerordentlich dicht gelagert, oft sind zwischen ihnen keine Zwischenräume erkennbar. Sie befinden sich auf einem klaren Untergrund (homogene Zwischenmasse) (nach GÖTZE (25)).

Die Spermien im Hengstejakulat heben sich weit weniger ab als die im Bullensamen. Sie liegen wesentlich weniger dicht und bewegen sich auf meliertem und kleinflockig getrübtem Untergrund. Oft sind auch nicht scharf begrenzte korpuskuläre Bestandteile (Corpora amylacea) auffällig. Fischzugartige Schwarmbewegungen sind selten zu sehen, (GÖTZE (27)).

Hinsichtlich des mikroskopischen Gesamtbildes verhalten sich Ziegen- und Schafbocksamen sehr ähnlich. Die Bilder der Spermienmengen in ihrer Bewegung ähneln zwar denen beim Bullensperma, doch sind die Wellen- und Massenbewegungen dichter und spitzer. Die Spermien erscheinen deutlich auf klarem Hintergrund, sie sind eng aneinandergedrängt (GÖTZE (26)).

Etwas anders verhält sich das Ebersperma. Hier zeigen sich zwischen den schlanken Spermien, die auf klarem Untergrund sichtbar werden, manchmal nach einer gewissen Zeit gitterförmige Ausfällungen. Das Gesamtbild ist weniger

klar als beim Bullensperma, doch klarer als beim Hengstsamen. Fischzugartige Massenbewegungen werden häufiger als beim Hengstsperma beobachtet (GÖTZE (28)).

Vom Hundesperma berichtet SCHAETZ (55), daß Massenbewegungen selten zu sehen sind. Die Einzelbewegungen sind langsamer als bei den Wiederkäuern.

II. DAS GESAMTEJAKULAT

1. Vergleichende Betrachtung der Beschaffenheit

Sperma, das durch Ejakulation ausgestoßen wurde, bezeichnen wir als Ejakulat. Es stellt den natürlichen Samen dar. Den wichtigsten Bestandteil der Ejakulate bilden die Samenzellen, die in einer Flüssigkeit, dem Samenplasma, aufgeschwemmt sind. Diese Flüssigkeit stammt aus den Hoden, Nebenhoden und den accessorischen Geschlechtsdrüsen (GÖTZE (24)).

Bei seiner Ausstoßung ist das Ejakulat in seinen verschiedenen Anteilen nicht von gleicher Konsistenz. Dem flüssigen Teil ist das gelartige Bläschendrüsensekret beigemengt, das sich innerhalb einer Zeitspanne von 5-15 Minuten unter der Einwirkung proteolytischer Fermente der Prostata verflüssigt (TONUTTI, WELLER, SCHUCHARDT und HEINKE (66)). PONSOLD (46) macht dagegen die Hyaluronidase, ein Ferment, das in den Spermien (BRETSCHNEIDER (14): in der Galea) enthalten ist, für die Verflüssigung verantwortlich.

Wird ein Ejakulat längere Zeit der Luft ausgesetzt, so trocknet es schließlich unter besonderen chemischen Erscheinungen, die weiter unten besprochen werden sollen, ein.

a. Die grobsinnlich wahrnehmbaren Eigenschaften Aussehen, Konsistenz und Geruch

Frisches menschliches Ejakulat sieht nach TONUTTI (66) milchig-trüb aus, es ist opaleszent, besitzt weiß-gelbliche Farbe, und zeigt sich stellenweise wie von Sagokörnern durchsetzt. Teilweise weist es einen gelblichen Schimmer auf (VASTERLING (69)).

Bullenejakulat hat weißlich-elfenbeinartige (GÖTZE (25)) bis grauweiße (SCHAETZ (52) manchmal - durch Laktoflavin bedingt - ins Gelbgrüne gehende Farbe. Es ist undurchsichtig.

Hengstsamen zeigt weißlich- bis gelblich-, oder bläulich-graue Farbe (GÖTZE (27)). Er erscheint milchig. Charakteristisch ist die Beimengung eines leicht getrübten, bläulichen, zähen Schleimes. Die Durchsichtigkeit ist sehr unterschiedlich.

Die Ejakulate von Schaf- und Ziegenbock sind einander sehr ähnlich. Sie besitzen weißlich-elfenbeinähnliche Farbe, die manchmal ins Gelbe übergehen

kann (GÖTZE (26)). Sie sind außerordentlich dicht und daher undurchsichtig (SCHMIDT, DIETZ und WEISS (58)).

Ebersamen sieht grau bis milchig-weiß aus (GÖTZE (28)). Er ist kaum durchsichtig.

Das Aussehen des Hundeejakulats schließlich ist milchig bis molkeähnlich wässrig und etwas gelblich (GÖTZE (29)). (SCHAETZ (55): hellgrau.)

Ein Unterschied zwischen menschlichem Ejakulat und dem des Bullen besteht darin, daß Farbe und Trübung beim Samen des Menschen nur wenig durch die Spermienkonzentration bestimmt werden, während zwischen der Trübung des Bullenejakulats und seinem Spermiengehalt unmittelbare Beziehungen bestehen (VASTERLING), so daß aus der Trübung direkt auf den Samenzellgehalt geschlossen werden kann.

Ein auffallender und diagnostisch sicherer Unterschied zwischen dem Ejakulat des Menschen und dem der genannten Haussäugetiere ist nicht festzustellen. Zudem kann die Farbe eines Ejakulats durch mannigfache Einflüsse (z.B. Beimengungen von Blut, Urin, Eiter, Schmutz) verändert werden. Eine besondere Bedeutung für die Artbestimmung eines Samens kommt also seinem Aussehen nicht zu.

Bei der Betrachtung der Konsistenz fällt sofort auf, daß die Ejakulate der Tiere mit Gebärmutterbesamung, also aus der Zahl der genannten des Hengstes, des Ebers und des Hundes, infolge ihres sehr hohen Wasserreichtums (siehe Tabelle S. 39) wesentlich weniger dicht sind als die der Wiederkäuer und auch des Menschen. Hengst, Eber und Hund haben einen sehr wässrigen, tropfbaren Samen, der Schleim in verschiedener Menge enthält. Beim Eber fallen stärkekleisterähnliche, grobe Flocken, die sagoähnliche und klebrige Beschaffenheit haben, auf (GÖTZE (28)). Im Hundesamen sind gerinnbare Substanzen enthalten. Die ziemlich dichten Ejakulate der Wiederkäuer sind in ihrer Konsistenz rahmartig und träge tropfbar. Sie können jedoch auch milchwasserähnliche Beschaffenheit besitzen (GÖTZE (24)). SCHMIDT, DIETZ und WEISS (58) weisen auf die Klebrigkeit des Samens bei Schaf- und Ziegenbock hin.

Klebrig ist auch die Konsistenz des menschlichen Ejakulats. Es erweist sich oft als fadenziehend (VASTERLING (69)). Nach ZAGAMI (75) beträgt seine Viskosität bei 20 Grad Celsius 6,54 im Vergleich zur Viskosität 1 des Wassers (TONUTTI, WELLER, SCHUCHARDT, HEINKE (66)).

Zu den grobsinnlich wahrnehmbaren Eigenschaften gehört schließlich auch der Geruch eines Ejakulats.

Der Geruch des frischen menschlichen Samens ist außerordentlich charakteristisch. Er ist süßlich-fade und gleicht dem Duft der blühenden eßbaren Kastanie (TONUTTI (66)). Hervorgerufen wird er wohl durch das Spermin, ein kompliziert gebautes Amin, das im Prostatasekret vorkommt.

Der tierische Samen ist im Allgemeinen sehr schwach riechend bis geruchlos. Meist läßt sich ein sehr leichter spezifischer Tiergeruch feststellen. Der Geruch des Bullensamens ist nach GÖTZE (25) schwach spezifisch, schweißähnlich. Ein wenig stärker riecht das Hengstejakulat. Es weist einen schwach spezifischen Pferdegeruch auf (SCHAETZ (54)). Manchmal ist jedoch auch Pferdesamen geruchlos. Den am stärksten riechenden Samen unter den hier beschriebenen Tieren besitzt der Eber. Eberejakulat riecht sehr spezifisch (GÖTZE (28)), es besitzt einen mehr oder minder starken, aromatischen Eigengeruch (SCHAETZ (54)). Der Geruch könnte in diesem Falle manchmal zur Artdiagnose eines Samens beitragen.

b. Menge und Dichte

Was die Menge betrifft, so besitzt das Ejakulat der Gebärmutterbesamer ein weit größeres Volumen als das der Wiederkäuer und das des Menschen. Die größte Ejakulatmenge unter den Haustieren liefert der Eber; sie beträgt nach MANN (in VASTERLING (69)) im Durchschnitt 250 cm^3. GÖTZE (24) berichtet von Mengen bis zu 1000 cm^3. Auch das Hengstejakulat ist außerordentlich voluminös. Es zeigt bei einer Schwankungsbreite von 30-300 cm^3 einen Durchschnittswert von 70 cm^3 (MANN). Beim Hund weist GÖTZE (29) auf die Größe der betreffenden Rasse hin. Er gibt die Ejakulatmenge bei kleinen und mittleren Hunden zu 7, bei großen Hunden zu 15 cm^3 an. Dies entspricht in etwa den Werten nach MANN, der bei einer Schwankungsbreite von 2-15 cm^3 eine Durchschnittsmenge von 6 cm^3 nennt.

Die Werte bei den Wiederkäuern bewegen sich je nach der Größe der Tierart im Mittel zwischen 1 und 5 cm^3.

Beim Menschen finden wir einen Durchschnittswert von 3,5 cm^3 bei einer Schwankungsbreite von 2-6 cm^3 (MANN).

Die Fähigkeit, größere oder kleinere Ejakulatmengen zu liefern, unterliegt einerseits gewissen erblichen Einflüssen (GÖTZE (24)), andererseits spielen auch Umstände wie verstärkte Geschlechtsbeanspruchung, mangelhafte Ernährung und zehrende Krankheiten eine nicht zu unterschätzende Rolle.

Die Zahl der Spermien, die sich in einer Volumeinheit eines Samens befinden, wird im allgemeinen als Dichte des Ejakulats bezeichnet. Die Angaben der

Dichte erfolgen in der Literatur überwiegend in Spermienzahl pro mm^3.

Bei der Betrachtung der Dichtewerte zeigt sich, daß eine enge Beziehung zur Konsistenz besteht. Die relativ kleinen und träge tropfbaren Ejakulate der Wiederkäuer bieten eine sehr große Spermiendichte. (Schaf- und Ziegenbocksperma hat eine Dichte von durchschnittlich 2-5 Mill. Spermien pro mm^3). Die Dichtewerte der wässerigen Ejakulate der Gebärmutterbesamer bewegen sich um 100 000.

Bemerkenswert ist, daß das kleine, in seiner Konsistenz dem Wiederkäuersperma ähnliche Menschenejakulat in seiner Dichte ebenfalls relativ niedrige Werte aufweist. MANN nennt einen Durchschnittswert von 100 000 Spermien pro mm^3 (Schwankungsbreite 50 000 - 150 000). Es wurden allerdings auch schon Dichten von 400 000 festgestellt (VASTERLING (69)).

So ergibt sich dann auch, daß die Gesamtzahl aller in einem Ejakulat befindlichen Spermien beim Menschen wesentlich niedriger liegt als bei allen genannten Haustierarten. Während ein menschliches Ejakulat etwa 175-300 Mill. einzelne Samenfäden enthält (MANN in VASTERLING (69)), liegt die Zahl bei den Haussäugetieren bei einigen bis mehreren Milliarden. Beim Eber konnten Werte bis zu 300 Milliarden ermittelt werden. Der scheinbar verschwenderische Überfluß an Samenzellen ist demnach beim Menschen bei weitem nicht so groß wie bei den beschriebenen Tierarten.

Hinsichtlich der Dichte und der Spermiengesamtzahl eines Ejakulats besteht wieder eine enge Abhängigkeit von Alter und Geschlechtsbeanspruchung.

In engem Zusammenhang mit der Dichte eines Samens steht sein spezifisches Gewicht. Ist es doch abhängig von dem prozentualen Anteil der Spermien im Ejakulat: Es nimmt mit steigender Spermiendichte fast proportional zu (TONUTTI, WELLER, SCHUCHARDT, HEINKE (66)). Aus Gründen der verschiedenen Dichte und Konsistenz ist das spezifische Gewicht des Wiederkäuersamens wesentlich höher als das bei Hengst, Eber und Hund. Der Mensch nimmt in diesem Punkte eine Mittelstellung zwischen beiden Gruppen ein.

(Zusammenstellung der Werte in der Tabelle S.39)

c. Physiologische und chemische Beschaffenheit

Über die physiologische und chemische Beschaffenheit der einzelnen Samenarten wurden viele Untersuchungen angestellt. Doch ist die Forschung auf diesem Gebiet noch sehr im Fluß. Im Rahmen dieser Arbeit soll nur auf einige verhältnismäßig leicht zu ermittelnde Eigenschaften eingegangen werden.

Der Wasserreichtum der Wiederkäuerejakulate ist im Vergleich zu denen von Hengst, Eber und Hund deutlich geringer. Während der Samen eines Tieres der letztgenannten Gruppe bis zu 99% Wasser enthalten kann (Eber), besteht z. B. Bullenejakulat nur etwa zu 90% aus Wasser. Auch das kleine, verhältnismäßig dichte Ejakulat des Menschen weist einen Wassergehalt von ca. 90% auf (TONUTTI (66)).

Was den Gehalt an Elektrolyten betrifft, so ähnelt das menschliche Ejakulat dem der Wiederkäuer. Hengst, Eber und Hund weisen einen Reichtum an Elektrolyten auf, insbesondere an Na^+ und Cl^-, die aus den Sekreten der accessorischen Geschlechtsdrüsen zu ihrem überwiegenden Teil stammen.

In gewisser Verbindung mit dem Elektrolytgehalt steht der pH-Wert, die Wasserstoffionenkonzentration, des Samens. Die menschliche Samenflüssigkeit mit ihrem pH-Wert von ca. 7,2-7,8 (TONUTTI (66)) ähnelt in dieser Hinsicht mehr dem Sperma von Hengst und Eber, doch sind Unterschiede zu den Ejakulaten der anderen Tierarten ziemlich gering. Dazu kommt noch, daß der pH-Wert eines frischen Ejakulates nicht gleichbleibt. Nach einer gewissen Zeit verändert er sich durch CO_2-Abgabe mehr zum Alkalischen hin, während er später wieder im Verlauf der Fruktolyse durch Milchsäurebildung ins Saure übergeht.

Eine ebenfalls untergeordnete Bedeutung für die Artanalyse eines Samens hat die Bestimmung der Gefrierpunktserniedrigung. Zwar liegen hier die Werte beim menschlichen Ejakulat niedriger als bei allen anderen hier beschriebenen Samen (0,56-0,58 Grad), doch kommt es nach einiger Zeit zu einem Anstieg der Werte um 0,1-0,2 Grad, so daß die Gefrierpunktserniedrigung nach 16 Stunden 0,74-0,78 Grad beträgt.

Die Hauptkomponente aus den für die Spermien verwertbaren Kohlenhydraten stellt die d(-)Fruktose dar. Bei Wiederkäuersperma ist der Gehalt an diesem Nahrungsstoff 10-20mal höher als der Gehalt im Samen des Hundes oder Ebers (KOLB (36)). Das menschliche Ejakulat weist einen gleich hohen Gehalt an Fruktose auf wie der Samen der Wiederkäuer.
(Werte in der Tabelle auf S. 39.)

Von besonderer Bedeutung für die forensische Medizin ist der Spermingehalt des Ejakulats. Es handelt sich dabei um ein kompliziert gebautes Amin, das (ähnlich wie das gleichartig wirksame Spermidin) durch das Prostatasekret als freie Base ins Ejakulat gelangt. Nach längerem Stehen des Samens an der Luft kommt es zur Eintrocknung. Es bildet sich Sperminphosphat, das auskristallisiert. Die Kristalle sind wetzsteinartig geformt. Sie sind identisch mit den BOETTCHERschen und den CHARCOT-LEYDENschen Kristallen (TONUTTI, WELLER, SCHUCHARDT, HEINKE (66)). STIEVE (64) beschreibt weitere

Kristallformen: Prismen in Doppelpyramidenform, Rosetten und Drusen. Je rascher das Eintrocknen erfolgt, desto kleiner werden die Kristalle.

Diese Kristallbildung ist bei Mensch und Haussäugetier praktisch gleich (nach STIEVE (64)); sie kann nicht zur unterscheidenden Spermadiagnose herangezogen werden.

Von ebenso großer forensisch-medizinischer Bedeutung ist die Probe nach FLORENCE (23): Wird dem frischen, schon eingetrockneten Samen Jodkali zugesetzt, so bilden sich kleine bräunlich-rötliche, rhombische Täfelchen. Ursprünglich nahm man an, daß diese Bildungen nur im Samen des Menschen entstehen, doch ist diese Anschauung später widerlegt worden. Ursprünglich war es FLORENCE nicht gelungen, die Kristalle aus dem Samen der Tiere und aus anderen Flüssigkeiten zu gewinnen. Es kam zu der Annahme, die Kristalle seien für den Menschen bezeichnend. Schließlich fand man auch anderweitige Gewinnungsmöglichkeiten: u. a. aus Eiweiß. Fett, Prostatasekret, Scheiden- und Gebärmutterschleim. Trotzdem glaubt EBERTH (21), daß diese Probe wertvoll sei, da sie beim Menschen leichter gelinge aus bei den Tieren; ihr Fehlen weist mit großer Wahrscheinlichkeit darauf hin, daß es sich bei der untersuchten Flüssigkeit nicht um menschlichen Samen handelt (nach STIEVE (64)).

Um eine völlig andere Erscheinung handelt es sich bei der Agglutination; im Gegensatz zur Kristallbildung betrifft sie die Spermien. Die Konzentration an Samenfäden im Sperma ist sehr groß. Die Spermien stoßen häufig zusammen. Hierbei kleben sie im normalen Sperma nicht aneinander, weil sie gleichartig (negativ) geladen sind, wodurch sie einander abstoßen. Im dichten Ejakulat werden dadurch ihre Bewegungen in einer Richtung geordnet gelenkt. Die Herabsetzung oder der volle Verlust der elektrischen Ladung führt zu einer teilweisen (auf die Köpfe beschränkten) oder zu völliger Zusammenballung (Agglutination) der Spermatozoen (KVASNICKIJ (37)). Agglutinierte Spermien wandern im elektrischen Feld nicht (TONUTTI (66)). Im menschlichen und in den meisten tierischen Samen findet Agglutination nur in pathologischen Fällen statt. KVASNICKIJ beschreibt diese Erscheinung für Sperma, dessen pH-Wert unter 6 absinkt.

Beim Hengstsamen jedoch, insbesondere bei dem von schweren Hengsten, ist eine Agglutinationsneigung auch im Normalfall vorhanden (GÖTZE (27)). Man sieht dann unter dem Mikroskop sternartig mit den Köpfen aneinandergelagerte Samenfäden. Auch der Ebersamen zeigt eine leichte Neigung zur Agglutination und somit zur Bildung der genannten sternförmigen Figuren (SCHAETZ (55)).

d. Die Zusammensetzung des Ejakulats

Die Flüssigkeit, in welcher die Spermien im Ejakulat eingebettet sind, rührt nur zu einem Teil von den Hoden und Nebenhoden her (GÖTZE (24)). Diesen beiden Organen kommt die Bildung bzw. Speicherung der Samenzellen zu. Der Nebenhoden sondert ferner ein Sekret ab, das die Samenzellen mit einer eiweißhaltigen Hülle überzieht und ihnen dadurch ein erhöhtes Resistenzvermögen verleiht (VASTERLING (69)). Die Absonderung der accessorischen Geschlechtsdrüsen mischen sich den Zellen bei. Der mengenmäßige Anteil der accessorischen Sekrete am Ejakulat ist bei den Tierarten und beim Menschen verschieden. Der Wiederkäuersamen zeigt einen verhältnismäßig geringen Prozentsatz an accessorischem Sekret. GÖTZE (24): 90% des normalen Gesamtejakulates der kleinen Wiederkäuer stammen aus Hoden und Nebenhoden. Hengst, Eber und Hund liefern einen hohen relativen und absoluten Anteil accessorischen Sekrets zu ihrem - mengenmäßig sehr großen - Ejakulat. Beim menschlichen Samen, der dem Volumen nach klein ist, wird dennoch der Hauptteil von den Sekreten der Prostata und den Samenblasen gestellt (TONUTTI, WELLER, SCHUCHARDT und HEINKE (66)). Daraus ergibt sich auch die bereits erwähnte verhältnismäßig geringe Gesamtzahl der Samenzellen im Ejakulat.

Bemerkenswert ist, daß beim Ebersamen ca. 99% des außerordentlich voluminösen Ejakulats Produkt der accessorischen Geschlechtsdrüsen darstellen. Beim Hund, dem ein Großteil dieser Drüsen fehlt, enthält das ziemlich dünne Ejakulat seinen großen Flüssigkeitsanteil von 85-90% aus der Prostata (GÖTZE (24)). Diese Drüse ist bei allen Säugetieren vorhanden (SCHEUNERT-TRAUTMANN (57)).

Eine Tabelle soll vergleichend die Art der Beimengungen aus den accessorischen Geschlechtsdrüsen erläutern:

	Glandulae ampullares	Samenblasen (Vesiculae seminales)
Mensch	Keine wesentlichen Sekretmengen	Gelbliches Sekret, eiweißhaltig, zäh, fadenziehend. pH 7,3
Bulle	Wenig Sekret	Wässrig-seröses, leicht getrübtes Sekret. 10-40% des Ejakulats
Hengst	Wenig Sekret	Milchig-wässriges, stark schleimhaltiges Sekret. pH 7,3-7,5. 25-35% des Ejakulates.
Widder und Ziegenbock	Wenig Sekret	Wässrig-seröses, leicht getrübtes Sekret. 7-8% des Ejakulats.
Eber	Glandulae ampullares fehlen!	Milchig-wässriges Sekret. pH 7,4. 10-30% des Ejakulats.
Hund	Glandulae ampullares fehlen!	Vesiculae seminales fehlen!

Vorsteherdrüse (Prostata)	COWPERsche Drüsen (Glandulae bulbourethrales)	Glandulae urethrales
Dünnflüssiges, milchig aussehendes Sekret. Hauptmasse des Ejakulats. pH 6,3-6,45.	Einige Tropfen wasserklare, alkalische, mäßig visköse Flüssigkeit von fadenziehender Beschaffenheit (Spinnbarkeit). Vor der Ejakulation abgegeben.	
Serös-wässriges, eiweißhaltiges Sekret, pH 7,0-7,2. 25-30% des Ejakulats.	Serös-wässriges, schleimiges Sekret. 10-20 cm^3. pH 6,8. Vor der Ejakulation abgegeben.	Wässrig-schleimig-seröses Sekret. Einige Tropfen.
Flüssig-seröses, leicht milchig-trübes Sekret. pH 7,0-7,2. 25-30% des Ejakulats.	Wässrig-schleimig-seröses Sekret. pH 6,8. 5-30 cm^3. Vor der Ejakulation abgegeben.	Wässrig-schleimiges Sekret. Einige Tropfen bis einige cm^3.
Serös-wässriges, eiweißhaltiges Sekret. Anteil am Ejakulat 2-3%.	Wässrig-serös-schleimiges Sekret. pH 6,5-6,8. 5-10 cm^3 Vor der Ejakulation abgegeben.	Wässrig-schleimig-seröses Sekret. Einige Tropfen.
Milchig-wässriges Sekret. pH 7,0. 35-60% des Ejakulats.	Grobflockiges, stärkekleisterähnliches Sekret. pH 7,2-7,4. 15-30% des Ejakulats.	Wässrig-schleimiges Sekret. Einige Tropfen bis einige cm^3. Vor der Ejakulation abgegeben.
Sekret zuerst trüb, später durchsichtig-serös. pH 7,0. 85-90% des Ejakulats.	Glandulae bulbourethrales fehlen!	Wässrig-schleimiges Sekret. Einige Tropfen bis einige cm^3. Vor der Ejakulation abgegeben.

(nach VASTERLING (69), TONUTTI, WELLER, SCHUCHARDT und HEINKE (66) und GÖTZE (24))

2. Tabellarische Zusammenstellung der Literaturwerte.

	Ejakulatmenge in cm^3	Dichte (Anzahl der Spermien pro mm^3)	Gesamtzahl der Spermien pro Ejakulat	pH-Wert
Mensch	2-6 Durchschn. 3,5 (nach MANN)	50 000-150 000 Durchschnitt 100 000 (nach MANN)	120 Mill. - 1 Mrd. (TONUTTI) Durchschn. 175- 350 Mill. (VASTERLING)	7,2-7,8 (TONUTTI)
Bulle	2-10 Durchschn. 4 (nach MANN)	300 000-2 Mill. Durchschnitt 1 Mill. (nach MANN)	0,6-36 Mrd. Durchschn. 2-6 Mrd. (GÖTZE)	6,6-7,4 (GÖTZE)
Hengst	30-300 Durchschn. 70 (nach MANN)	30 000-800 000 Durchschnitt 120 000 (nach MANN)	0,6-18 Mrd. Durchschn. 6 Mrd. (GÖTZE)	7,0-7,6 (GÖTZE)
Widder	0,5-3,5 Durchschn. 1,25 (GÖTZE)	0,8-8 Mill. Durchschnitt 2-5 Mill. (GÖTZE)	0,4-15 Mrd. Durchschn. 3-8 Mrd. (GÖTZE)	6,5-7,2 (GÖTZE) 6,2-7,4 (TRETTER)
Ziegenbock	0,5-3,5 Durchschn. 1,25 (GÖTZE)	0,8-8 Mill. Durchschnitt 2-5 Mill. (GÖTZE)	0,4-15 Mrd. Durchschn. 3-8 Mrd. (GÖTZE)	6,5-7,2 (GÖTZE) 6,2-7,4 (TRETTER)
Eber	150-500 Durchschn. 250 (nach MANN)	25 000-300 000 Durchschnitt 100 000 (nach MANN)	1,5-300 Mrd. Durchschn. 20- 120 Mrd. (GÖTZE)	7,2-7,8 Mittel: 7,4 (GÖTZE)
Hund	2-15 Durchschn. 6 (nach MANN)	1 Mill. -9 Mill. Durchschnitt 3 Mill. (nach MANN)	0,5-1,5 Mrd. (GÖTZE)	6,5-6,8 (GÖTZE) 6,7-7,1 (SCHAETZ)

Gefrierpunktserniedrigung und osmotischer Druck: in Grad C	in at	Wasser-reichtum	Trocken-substanz	Spezifisches Gewicht	Fruktose-gehalt
0,56-0,58 (VASTERLING)	6,74-6,98	90% (TONUTTI)	8,2 g% (KOLB)	1,028 (TONUTTI)	224 mg% (KOLB)
0,572-0,640 (GÖTZE)	6,9-7,71	90% (GÖTZE)	9,5 g% (KOLB)	1,027-1,043 (ULLNER)	224 mg% (KOLB)
0,595 (GÖTZE) 0,56 (IWANOFF)	7,16 6,74	95,71% (GÖTZE)	2,4 g% (KOLB)	1,011-1,019 Durchschn. 1,014 (SCHAETZ)	15 mg% (KOLB)
0,641 (GÖTZE)	7,70	85% (WHITE)	14,8 g% (KOLB)	keine Angabe	247 mg% (KOLB)
Werte wie beim Widder		keine Angabe	keine Angabe	keine Angabe	keine Angabe
0,616 (GÖTZE)	7,42	97-99,5% (GÖTZE)	4,6 g% (KOLB)	keine Angabe	12 mg%
0,583-0,605 (ZAGAMI)	6,98-7,28	97,55% (GÖTZE)	2,45% (GÖTZE)	1,011 (SCHAETZ)	keine Angabe

Abschließend läßt sich sagen, daß die Betrachtung der Ejakulatbeschaffenheit ohne die mikroskopische Untersuchung der einzelnen Samenzellen die Artdiagnose eines unbekannten Samens nicht gestattet. Die ermittelten Werte eines Ejakulats sind so sehr von äußeren Einflüssen einerseits, andererseits von wechselnden Umständen, die den männlichen Organismus selbst betreffen, abhängig, daß sie auf keinen Fall als beweisend angesehen werden dürfen. Sie können jedoch sehr wohl dazu dienen, einen durch die mikroskopische Betrachtung gewonnenen Verdacht zu bestärken.

ZUSAMMENFASSUNG

1. Es wurde untersucht, inwieweit sich das Sperma der Haussäugetiere von dem des Menschen unterscheiden läßt; weiterhin wurde versucht, Unterschiede zwischen den einzelnen Haustiersamen zu ermitteln. Zu diesem Zweck wurden Beschreibungen und Meßwerte aus der human- und veterinärmedizinischen Literatur herangezogen. Die Tiere, deren Sperma neben dem menschlichen beschrieben wurde, waren Bulle, Hengst, Widder, Ziegenbock, Eber und Hund.

2. Eine Unterscheidung zwischen den Spermien des Menschen und der genannten Tiere ist - mit Einschränkungen - bei ausreichender mikroskopischer Vergrößerung im allgemeinen möglich. Als Beweisstücke dienen vor allem Kopfform und Kopfgröße der Samenfäden.

3. Die sichere Unterscheidung der Haussäugetierspermien untereinander ist unter normalen Umständen kaum möglich.

4. Die Untersuchung der Beschaffenheit des Gesamtejakulats allein läßt die Artdiagnose eines Spermas nicht zu. Sie kann lediglich einen durch mikroskopische Betrachtung erhobenen Verdacht bekräftigen.

5. Es wurden Ausstrichpräparate der verschiedenen Spermaarten angefertigt und unter dem Mikroskop photographiert.

Mein aufrichtiger Dank gilt Herrn Prof. Dr. med. W. Laves für die Übernahme des Korreferates.

Mein besonderer Dank gilt Herrn Prof. Dr. med. W. Spann für die Überlassung des Themas, für die Übernahme des Referates und für seinen freundlichen Rat.

Ferner danke ich herzlich Herrn Prof. Dr. W. Baier, dem Vorstand der gyn. Tierklinik, und Herrn Prof. Dr. W. Leidl, dem Leiter der Abteilung für Andrologie der tiermedizinischen Fakultät, für die Überlassung von Literatur und die Zurverfügungstellung von Untersuchungsmaterial aus ihren Instituten.

LITERATUR

1. Bargmann, W. Histologie und mikroskopische Anatomie des Menschen. Stuttgart, Thieme-Verlag 1951. S. 328 ff

2. Bartlett, D. J. Studies on dog semen. 1. Morphological characteristics. J. Reprod. Fertil. (1962) 3, 173-189.

3. Bayle, H., Bessis, M. Le spermatozoide humain au microscope électronique. La Presse Méd., vol. 59 n. 82, 25 décembre (pgg. 1770-1771)

4. Baylor, Malbandow und Clark. Electronmicroscope study of sperm, Proc. Soc. Exp. Biol. Med. 54 (1943)

5. Biedemann, H. Gewinnung, Beschaffenheit und Verdünnung des Spermas vom Hund. Vet. Diss. Hannover 1951.

6. Bielanski, W. Characteristics of semen of stallions. Mém. Acad. Pol. Sci. Série B; 16. Cracovia 59 (1951).

7. Blom, E. und Birch-Andersen, A. The ultrastructure of bull sperm. Nordisk. Veterinärmed. 12, 261 (1960).

8. Bonadonna, T. Problemi biologici e technologici della fecondazione artificiale. Milano 1931. S. 135 ff.

9. - " - Nozioni di fisiopathologia della riproduzione e di fecondazione artificiale degli animali domestici. S. 171 ff. (1957).

10. Borelli, S., Doepfmer, und Heinke. Fertilitätsstörungen beim Manne. Springer-Verlag 1960. S. 343 ff.

11. Braus-Elze Anatomie des Menschen 3. Aufl. 1956 2. Band, S. 398

12. Bretschneider, L. H. Tijdschrift v. Diergeneeskunde 73 (1948).

13. - " - An electron-microscopical study of bull sperm IV. Proc. Kon. Ned. Akad. Wetensch. 52, 3-11 (1949).

14. Bretschneider, L.H. An electron-microscopical study of bull sperm III. Proc. Kon. Akad. Wetensch. 52, 301-309 (1949).

15. - " - Elektronenmikroskopische Strukturuntersuchungen an Spermien V. Proc. Kon. Ned. Akad. Wetensch. 53, 531-543. (1950).

16. - " - und van Iterson, W. An electronmicroscopical study of bull sperm I Proc. Kon. Ned. Akad. Wetensch. 50, 1 (1947).

17. - " - und v. Iterson, W. Die Morphogenese und Pathogenese der Spermien vom Stier I. Proc. Kon. Ned. Akad. Wetensch. 58, 495 (1955).

18. Challice, C.E. Some observations on the morphology of spermatozoa by electron microscopy. Proc. Soc. Study Fertil. 4, 21. 1952.

19. Clara, M. Entwicklungsgeschichte des Menschen. Leipzig 1940, S. 3.

20. Derivaux, J. Physio-pathologie de la reproduction et insemination artificielle des animaux domestiques. Vigot Frères, Paris 1958 S. 171.

21. Eberth, C.J. a) Anatomisches und Ethnologisches über den männlichen Geschlechtsapparat. Mü. Med. Wchschr. 1901, Nr. 8 316-317.
b) Die männlichen Geschlechtsorgane in Karl v. Bardelebens Handbuch der Anatomie des Menschen Bd. 7, Tl. 2, Abt. 2. S. 1-3100.

22. Eibl, K. Lehrbuch der Rinderbesamung 1959 S. 27.

23. Florence, Les cristaux du sperme. Arch. d'Anthropol. crim. 12, 689-696 (1897).

24. Götze, R. Besamung und Unfruchtbarkeit der Haussäugetiere. Hannover 1949. S. 102 ff.

25. Götze, R. Besamung und Unfruchtbarkeit der Haussäugetiere. Hannover 1949. S. 233 ff.

26. ebd. S. 343 ff.

27. ebd. S. 412 ff.

28. ebd. S. 524-528.

29. ebd. S. 543-544.

30. Harrop, A. E. Some observations on canine semen. Vet. Rec. 67 (1955).

31. Herrnleben, H. G. Vergleichende elektronenmikroskopische Untersuchungen an Spermien verschiedener Haussäugetiere. Wissenschaftl. Ztschr. d. Humboldt-Univ. Berlin Jg. IV 1954/55 (367-378).

32. Iwanoff Zitat nach Roemmele, O. Zoolog. Jahrbücher, Abt. f. allg. Zoologie und Physiologie der Tiere. 44, 117 (1927).

33. Joel, Ch. A. und Frei, H. und Hirshfeld, F. L. Electron microscopic studies of normal and pathologic human spermatozoa. Fertil. and Steril. 7, 430 (1956).

34. Karras Spermastudien. Monatsh. prakt. Tierheilk. N.F. Bd. 2, S. 162 (1950).

35. Kessler, H. Elektronenmikroskopische Untersuchungen an Spermien verschiedener Haussäugetiere. Wissensch. Ztschr. d. Humboldt-Univ. Berlin Jg. IV 1954/55 (379-394).

36. Kolb, E. Lehrbuch der Physiologie der Haustiere. VEB Fischer-Verlag Jena 1962 S. 651-652.

37. Kvasnickij, A. O., V. A. und L. A. Konjuchowa. Künstliche Besamung der Schweine. VEB Deutscher Landwirtschaftsverlag, 1963 S. 64 ff.

38. Lagerlöf, N. Morphologische Untersuchungen im Spermabild und in den Hoden bei Bullen mit verminderter oder aufgehobener Fertilität. Uppsala 1934. S. 55.

39. Landes, E. Habilitationsschrift Frankfurt 1957.

40. - " - und Kappesser, W. Elektronenoptische Untersuchungen über die Ultrastruktur der menschlichen Spermatozoen. Hautarzt 9, 463 (1958).

41. Lütke-Holz, F. J. Vergleichende Messungen von Spermienköpfen an ungefärbten und vitalgefärbten Bullensamen unter Berücksichtigung des Spermatiefkühlverfahrens. Vet. Diss. Hannover 1958.

42. Milowanow, V. K. Die künstliche Besamung der Haustiere. 5. Aufl. Moskau 1940 (russisch); zitiert nach Bonadonna, T. (9).

43. Neureiter, Pietrusky und Schütt. Handbuch der Gerichtsmedizin.

44. Nishikawa, Y., Waide, Y. und Unuma, H. Studies on artificial insemination in the horse. III. Morphological studies on the horse spermatozoa. Nat. Inst. Agric. Sci. Japan. G 1, 29 (1951).

45. Ortavant, R. Spermatogenesis and morphology of spermatozoon. In: Reprod. in domestic animals. Hrsg. v. H. H. Coll und P. T. Cupps. New York und London 1959.

46. Ponsold, A. Lehrbuch der gerichtlichen Medizin. 2. Aufl., Thieme-Verlag. S. 553.

47. Porter, K. R. und Blum, J. A study in microtomy for electron microskopy. Anat. Rec. 117, 685 (1953).

48. Randall, J. T. und Friedlaender M. G. H. The microstructure of ram spermatozoa. Exp. cell. Res. 1, 1 (1950).

49. Reed, C.J. und Reed, B.P. Comparative study of human and bovine sperm by electron microscopy. Anat. Res. 100, 1 (1948).

50. Retzius, G. Die Spermien der Huftiere. Biolog. Untersuchungen Stockholm XIV, 1909, S. 174.

51. Sanders, J.H. Electron microscope studies of normal human spermatozoa. West. J. Surg. 56, 306 (1948).

52. Schaetz, F. Die künstliche Besamung bei den Haustieren. VEB Fischer-Verlag, Jena. S. 224 ff.

53. - " - ebd. S. 234.

54. - " - ebd. S. 644 ff.

55. - " - ebd. S. 654 ff.

56. - " - ebd. S. 689.

57. Scheunert-Trautmann. Lehrbuch der Veterinär-Physiologie. 4. Aufl. Berlin und Hamburg. S. 555.

58. Schmidt, K., Dietz, O. und Weiß, H. Künstliche Besamung bei Ziegen. Brl. u. Mchn. tierärztl. Wchschr. 6 (1950).

59. Schnall, M.P. Electronmicroscopic study of human spermatozoa. Fertil. and Steril. 3, 62 (1952).

60. Schuch, H. Morphologische Untersuchungen des Hengstspermas. Vet. Diss. Hannover 1949.

61. Schulz-Larsen, J.R., Hammer, R. und Carlsen, F. On the occurence of galea capitis in human sperm. Acta Path. Microbiol. Scand. 35, 1 (1954).

62. Seymour, F.J. and Benmosche. Magnification of spermatozoa by means of the electron microscope. J. Am. Ass. 116, 2489-2490 (1941).

63. Starck, D. Embryologie. Thieme-Verlag 1955. S. 20.

64. Stieve, in: Handbuch der mikroskopischen Anatomie des Menschen (Hrsg. v. Moellendorff) 1930. Bd. 7, 2. Tl. S. 103, 115-119.

65. Stöhr, Ph., v. Moellendorff, W., und Goerttler, K.
Lehrbuch der Histologie. 29. Aufl. 1963.
Fischer-Verlag Stuttgart. S. 416 ff.

66. Tonutti, Weller, Schuchardt und Heinke. Die männliche Keimdrüse.
Thieme-Verlag Stuttgart 1960.
S. 16-17; 58 ff.

67. Tretter, A. Versuche mit künstlicher Besamung in einer südbayerischen Schafherde.
Med. Vet. Diss. München 1954.

68. Ullner, W. Tierärztliche Umschau 11, 12; 196-197 (1953).

69. Vasterling, H. W. Praktische Spermatologie.
Thieme-Verlag Stuttgart, 1960. S. 1-50.

70. Wagenaar Samenuntersuchungen beim Hengst.
Tschr. Diergeneeskunde 76, 857 (1951).

71. White, J. G. Biochemical aspects of mammalian semen.
Anim. Breed. Abstr. 26, 109 (1958).

72. Witte, K. Untersuchungen über die Spermamorphologie an fünfjährigen Besamungsbullen. Vet. Diss.
Hannover 1956.

73. Wolz, G. Beitrag zur Biochemie von Ejakulat, Samenblasensekret und Vaginalschleim von Rindern.
Vet. Med. Diss. München 1953.

74. Yamane, J. Studien über die physikalische und chemische Beschaffenheit des Pferdespermas mit besonderer Berücksichtigung der Physiologie der Spermien.
Hokkaido Imp. Univ. 1921, 19 S. 161
Ellenberger-Schütz 41 und 42 1921 u. 1922.
Zitiert nach Bonadonna (9).

75. Zagami, V. Atti R. Accad. naz. Lincei 27, 679-684 (1938)
Chem Z. B. (1939).

76. - " - Archivo di Science Biologiche 25, 208 (1939).

77. Zimmermann, Th. Morphologische Untersuchungen des Hoden- und Nebenhodenspermas beim Hengst.
Vet. Diss. Hannover 1951.

LEBENSLAUF

Ich, Dieter Lindner, wurde am 29. 5. 1941 in Forchheim/Ofr. als zweites Kind des damaligen aufsichtführenden Richters am Amtsgericht Kemnath-Stadt/Opf., Amtsgerichtsrat Dr. Gg. Lindner, und seiner Ehefrau Emma, geb. Süssenguth, geboren. In Kemnath trat ich im Herbst 1947 in die Volksschule ein. Die 3. und 4. Volksschulklasse besuchte ich in Weiden i. d. Opf., wohin meine Eltern 1949 übergesiedelt waren. In Weiden trat ich auch 1951 in das Humanistische Gymnasium ein, wo ich 1960 die Reifeprüfung ablegte. Im Wintersemester 1960/61 begann ich an der Universität Erlangen mit dem Studium der Rechtswissenschaften. Nach einem Semester wechselte ich das Studienfach und wandte mich dem Studium der Medizin zu. Nach dem zweiten medizinischen Fachsemester legte ich das Vorphysikum und nach dem fünften das Physikum, beide Prüfungen in Erlangen, ab. Vom sechsten Semester an war ich Student der Universität München, wo ich auch im Herbst 1966 mein Studium mit dem medizinischen Staatsexamen abschloß.